

SLIDING MEMBER AND ITS MANUFACTURING METHOD

Publication number: JP2001304267

Publication date: 2001-10-31

Inventor: KANO MAKOTO; CHIBA HIROTAKA; NANBU TOSHIKAZU; KOMATA MASAHIRO; OTA MINORU

Applicant: NISSAN MOTOR

Classification:

- international: B23B5/06; B23B5/08; B24B21/08; B24D3/20; F16C33/34; F16C33/58; F16C33/64; F16H53/06; B23B5/00; B23B5/08; B24B21/04; B24D3/20; F16C33/30; F16C33/58; F16H53/00; (IPC1-7): F16C33/34; B23B5/06; B23B5/08; B24B21/08; B24D3/20; F16C33/58; F16C33/64; F16H53/06

- european:

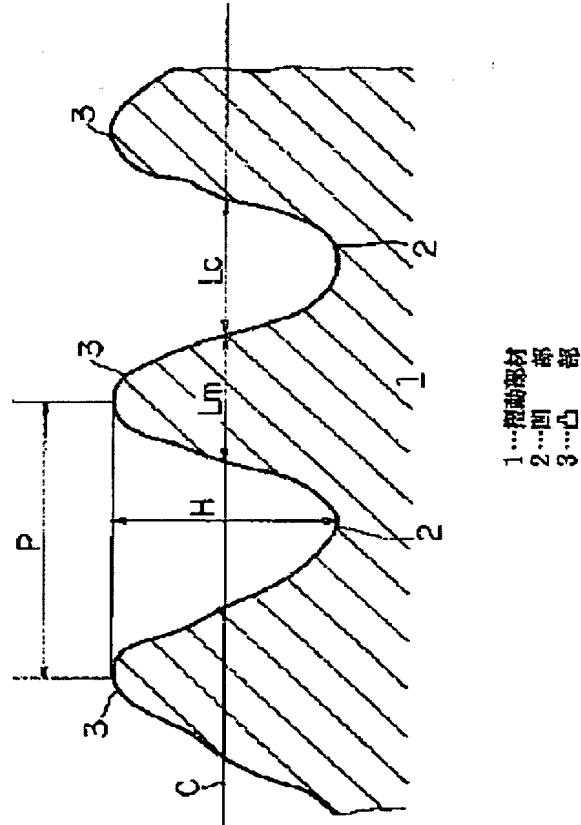
Application number: JP20000119939 20000420

Priority number(s): JP20000119939 20000420

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001304267

PROBLEM TO BE SOLVED: To further decrease a friction coefficient against a conventional sliding member surface-finished by barrel finishing. SOLUTION: It is possible to realize sufficient decrease of the friction coefficient and to continuously provide a low friction state by alternately forming recessed parts 2 and protruded parts 3 of a difference of elevation of less than 0.2 m with equal intervals with each other and making a sliding member 1 formed so that length L_c of the recessed part on a central line C passing at height $1/2$ of an irregularity is larger than length L_m of the protruded part on a cross section in the array direction of the irregularity.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-304267

(P2001-304267A)

(43)公開日 平成13年10月31日 (2001.10.31)

(51) Int.Cl.⁷
F 16 C 33/34
B 23 B 5/06
5/08
B 24 B 21/08
B 24 D 3/20

識別記号

F I
F 16 C 33/34
B 23 B 5/06
5/08
B 24 B 21/08
B 24 D 3/20

テ-マ-ト⁸ (参考)
3 C 0 4 5
3 C 0 5 8
3 C 0 6 3
3 J 0 3 0
3 J 1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数18 O.L. (全10頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-119939 (P2000-119939)

(22)出願日 平成12年4月20日 (2000.4.20)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 加納眞

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 千葉啓貴

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74)代理人 100102141

弁理士 的場基憲

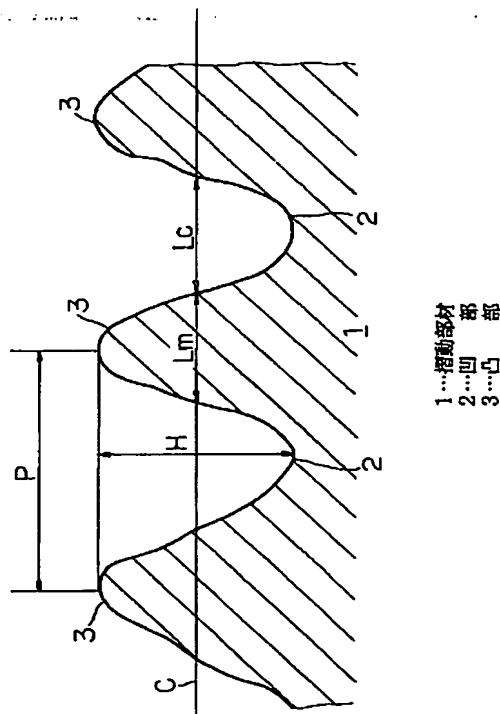
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 摺動部材およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 バレル研磨により表面仕上げをした従来の摺動部材に対して、摩擦係数のさらなる低減が求められていた。

【解決手段】 表面に、高低差0.2 μ m以下の凹部2と凸部3を等間隔で交互に形成し、凹凸の配列方向の断面において、凹凸の1/2の高さを通る中心線C上での凹部の長さLcが凸部の長さLmよりも大きく形成した摺動部材1とすることにより、摩擦係数の充分な低減を実現すると共に、低摩擦の状態が継続的に得らるものとなった。



(2)

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表面に、高低差 $0.2 \mu\text{m}$ 以下の凹部と凸部を等間隔で交互に形成すると共に、凹凸の配列方向の断面において、凹凸の $1/2$ の高さを通る中心線上での凹部の長さ L_c が凸部の長さ L_m よりも大きく形成してあることを特徴とする摺動部材。

【請求項 2】 凹部の長さ L_c の凸部の長さ L_m に対する比 L_c/L_m が 1.1 以上 1.5 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の摺動部材。

【請求項 3】 凸部のピッチが $10 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の摺動部材。

【請求項 4】 凸部の頂部の表面粗さが $R_z 40 \text{ nm}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の摺動部材。

【請求項 5】 凹部および凸部が相手部材に対する摺動方向に沿って連続的に形成してあることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の摺動部材。

【請求項 6】 表面硬さが $H_V 600$ 以上であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の摺動部材。

【請求項 7】 浸炭鋼、軸受鋼、高速度鋼および窒化珪素から選択した材料から成ることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の摺動部材。

【請求項 8】 請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の摺動部材を用いたことを特徴とするニードルベアリング。

【請求項 9】 請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の摺動部材をローラロッカーアームのアウタローラに用いたことを特徴とするエンジン動弁系用ローラカムフォロア。

【請求項 10】 アウタローラの相手部材であるカムの表面粗さが $R_a 0.1 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 9 に記載のエンジン動弁系用ローラカムフォロア。

【請求項 11】 カムの幅方向両端側のエッジが面取りしてあることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載のエンジン動弁系用ローラカムフォロア。

【請求項 12】 請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の摺動部材を製造するに際し、摺動部材の表面に深さ $1.5 \mu\text{m}$ 以下の凹部を等間隔で形成して凹部および凸部を交互に形成したのち、凹凸の高低差が $0.2 \mu\text{m}$ 以下になるまで凸部を除去加工することを特徴とする摺動部材の製造方法。

【請求項 13】 請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の摺動部材を製造するに際し、摺動部材の表面を表面粗さが $R_z 40 \text{ nm}$ 以下となる状態に形成したのち、深さ $0.2 \mu\text{m}$ 以下の凹部を等間隔で形成して凹部および凸部を交互に形成することを特徴とする摺動部材の製造方法。

【請求項 14】 切削加工、研削加工、プラスト加工、レーザ加工およびエッチング加工の少なくとも 1 つの加工により凹部を形成し、超仕上げ加工、ラッピング加工、切削加工、研削加工および電解研磨加工の少なくと

も 1 つの加工により凸部を形成することを特徴とする請求項 12 または 13 に記載の摺動部材の製造方法。

【請求項 15】 凹部と凸部に各々対応する切刃を有し且つ双方の切刃の段差が $0.2 \mu\text{m}$ 以下である工具を用いて凹部と凸部を同時に形成することを特徴とする摺動部材の製造方法。

【請求項 16】 平均砥粒径が $3 \mu\text{m}$ 以下の固定砥粒工具を用いて凸部を加工することを特徴とする請求項 1 2, 1 3 および 1 5 のいずれかに記載の摺動部材の製造方法。

【請求項 17】 平均砥粒径が $30 \mu\text{m}$ 以下で且つ樹脂で結合した弾性砥石を用いて凸部を加工することを特徴とする請求項 1 2, 1 3 および 1 5 のいずれかに記載の摺動部材の製造方法。

【請求項 18】 摺動部材が、外周面を摺動面とする円柱体であって、摺動部材を中心軸回りに回転させると共に、摺動部材と工具とを摺動部材の軸線方向に相対的に移動させて摺動部材の外周面に凹部を螺旋状に形成することを特徴とする請求項 1 2, 1 3, 1 5 ~ 1 7 のいずれかに記載の摺動部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、低摩擦な摺動部材、例えば、自動車のエンジンを構成する軸受やローラ等の各種部品として用いられる摺動部材およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の摺動部材としては、例えば自動車のエンジンに用いられるニードルベアリングの構成部品があり、この部品はバレル研磨によって所定の表面粗さとなるように仕上げられる。すなわち、図 1 2 に示すように、バレル 101 内に研磨材 102 とともに部品（摺動部材）100 を投入し、バレル 101 を回転させることで部品 100 の表面を研磨材 102 により研磨するものである。このように仕上げられた部品 100 の表面は、その粗さ断面曲線を図 1 3 に示すように、微細な加工痕をランダムに有する面に仕上げられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記したようなバレル研磨により表面仕上げをしたニードルベアリングの部品 100 にあっては、潤滑状態が厳しい摩擦条件下での使用において 0.02 程度の摩擦係数を発生するものとなっていたため、摩擦係数のさらなる低減が求められていた。

【0004】

【発明の目的】 本発明は、上記従来の状況に鑑みて成されたもので、摩擦係数の低減を実現することができると共に、その低摩擦の状態を継続的に得ることができる摺動部材およびその製造方法を提供することを目的としている。

(3)

3

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる摺動部材は、請求項1として、表面に、高低差 $0.2\mu\text{m}$ 以下の凹部と凸部を等間隔で交互に形成すると共に、凹凸の配列方向の断面において、凹凸の $1/2$ の高さを通る中心線上での凹部の長さ L_c が凸部の長さ L_m よりも大きく形成してある構成とし、請求項2として、凹部の長さ L_c の凸部の長さ L_m に対する比 L_c/L_m が 1.1 以上 1.5 以下である構成とし、請求項3として、凸部のピッチが $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下である構成とし、請求項4として、凸部の頂部の表面粗さが $Rz40\text{nm}$ 以下である構成とし、請求項5として、凹部および凸部が相手部材に対する摺動方向に沿って連続的に形成してある構成とし、請求項6として、表面硬さが $Hv600$ 以上である構成とし、請求項7として、漫炭鋼、軸受鋼、高速度鋼および窒化珪素から選択した材料から成る構成としており、上記構成をもって従来の課題を解決するための手段としている。

【0006】本発明に係わるニードルベアリングは、請求項8に記載しているように、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材を用いたことを特徴としている。また、本発明に係わるエンジン動弁系用ローラカムフォロアは、請求項9に記載しているように、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材をローラロッカーアームのアウタローラに用いたことを特徴とし、請求項10に記載しているように、アウタローラの相手部材であるカムの表面粗さが $Ra0.1\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とし、請求項11に記載しているように、カムの幅方向両端側のエッジが面取りしてあることを特徴としている。なお、請求項11におけるカムの面取りは、例えば $R0.3\text{mm}$ 以上 $R0.6\text{mm}$ 以下とするのが望ましい。

【0007】本発明に係わる摺動部材の製造方法は、請求項12として、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材を製造するに際し、摺動部材の表面に深さ $1.5\mu\text{m}$ 以下の凹部を等間隔で形成して凹部および凸部を交互に形成したのち、凹凸の高低差が $0.2\mu\text{m}$ 以下になるまで凸部を除去加工する構成とし、請求項13として、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材を製造するに際し、摺動部材の表面を表面粗さが $Rz40\text{nm}$ 以下となる状態に形成したのち、深さ $0.2\mu\text{m}$ 以下の凹部を等間隔で形成して凹部および凸部を交互に形成する構成とし、請求項14として、切削加工、研削加工、プラスチック加工、レーザ加工およびエッチング加工の少なくとも1つの加工により凹部を形成し、超仕上げ加工、ラッピング加工、切削加工、研削加工および電解研磨加工の少なくとも1つの加工により凸部を形成する構成とし、請求項15として、凹部と凸部に各々対応する切刃を有し且つ双方の切刃の段差が $0.2\mu\text{m}$ 以下である工具を用いて凹部と凸部を同時に形成する構成とし、請求項16として、平均砥粒径が $3\mu\text{m}$ 以下の固定砥粒工具を用い

て凸部を加工する構成とし、請求項17として、平均砥粒径が $30\mu\text{m}$ 以下で且つ樹脂で結合した弾性砥石を用いて凸部を加工する構成とし、請求項18として、摺動部材が、外周面を摺動面とする円柱体であって、摺動部材を中心軸回りに回転させると共に、摺動部材と工具とを摺動部材の軸線方向に相対的に移動させて摺動部材の外周面に凹部を螺旋状に形成する構成としており、上記構成をもって従来の課題を解決するための手段としている。

【0008】なお、上記構成において、切削あるいは研削を行う工具には、例えば、加工を行う先端形状が $R1\text{mm}$ 以上 $R10\text{mm}$ 以下の工具を用いるのが望ましく、CBN工具、ダイヤモンド工具、TiN等の被覆を施したコーティング工具などを用いることができる。また、固定砥粒工具には、砥石やラッピングフィルムなどを用いることができる。さらに、弾性砥石には、ゴムと砥粒を結合したものや、エポキシ、フェノールおよびPVA等の樹脂と砥粒を結合したもの用いることができる。

【0009】
【発明の作用】本発明の請求項1に係わる摺動部材では、図1に摺動部材1の表面の微細断面形状を示すように、凹部2と凸部3が規則的に形成してあり、このとき、凹凸の高低差 H を $0.2\mu\text{m}$ 以下とし、且つ、凹凸の高さの $1/2$ を通る中心線C上での凹部2の長さ L_c を凸部3の長さ L_m よりも大きくしている。これにより、表面に加工痕をランダムに有する摺動部材に比べて、相手部材との接触状態が均一で安定したものとなり、摩擦係数を充分に低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られる。この場合、凹凸の高低差 H を $0.2\mu\text{m}$ よりも大きくすると、油切れによるスカッ芬ング(Scuffing)が発生しで摩擦係数の低減が妨げられることとなり、また、凹凸の高さの $1/2$ を通る中心線C上での凹部2の長さ L_c を凸部3の長さ L_m よりも小さくすると、相手部材に対する接触面積が増大して摩擦係数を充分に低減させることが困難になる。

【0010】本発明の請求項2に係わる摺動部材では、凹部の長さ L_c の凸部の長さ L_m に対する比 L_c/L_m を 1.1 以上 1.5 以下としているので、摩擦係数を充分に低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られる。この場合、上記の比 L_c/L_m を 1.1 よりも小さくすると、相手部材に対する接触面積が増大して摩擦係数を充分に低減させることが困難になり、また、上記の比 L_c/L_m を 1.5 よりも大きくすると、凸部の摩滅が発生して低摩擦の状態を継続的に得ることが困難になる。

【0011】本発明の請求項3に係わる摺動部材では、図1に示す凸部3の頂点のピッチ P を $10\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下としているので、摩擦係数を充分に低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られる。この場合、凸部3のピッチ P を $10\mu\text{m}$ よりも小さくすると、

(4)

5

相手部材に対する接触面積が増大して摩擦係数を充分に低減させることができ難くなり、また、凸部3のピッチPを100μmよりも大きくすると、凸部3の摩減が発生して低摩擦の状態を継続的に得ることが困難になる。

【0012】本発明の請求項4に係わる摺動部材では、凸部の頂部の表面粗さをRz40nm以下としているので、摩擦係数を充分に低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られる。表面粗さは原子力間頭微鏡で測定される。この場合、凸部の頂部の表面粗さをRz40nmよりも大きくすると、当然摩擦係数が減少することとなり、表面に加工痕をランダムに有する摺動部材に比べて、摩擦係数を充分に低減せ得ることが困難になる。

【0013】本発明の請求項5に係わる摺動部材では、凹部および凸部を相手部材に対する摺動方向に沿って連続的に形成してあるので、相手部材との接触状態が均一で安定したものとなり、摩擦係数を充分に低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られる。

【0014】本発明の請求項6に係わる摺動部材では、表面硬さをHv600以上としたので、耐摩耗性が向上して低摩擦の状態が継続的に得られる。この場合、表面硬さをHv600よりも小さくすると、スカッティングが発生するとともに凹凸形状が摩減し、摩擦係数を充分に低減せることも低摩擦の状態を継続的に得ることも困難になる。

【0015】本発明の請求項7に係わる摺動部材では、炭素鋼、軸受鋼、高速度鋼および窒化珪素から選択した材料から成る摺動部材としているので、充分な耐摩耗性が得られると共に、摩擦係数を充分に低減せることや低摩擦状態を継続的に得ることが可能になる。

【0016】本発明の請求項8に係わるニードルベアリングでは、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材を用いているので、転動面の摩擦係数を低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られるものとなり、また、耐摩耗性も向上することとなる。

【0017】本発明の請求項9に係わるエンジン動弁系ローラカムフォロアでは、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材を図2および図3に示すローラロッカーアーム11のアウタローラ12に用いているので、アウタローラ12の転動面12Aの摩擦係数を低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られるものとなり、また、耐摩耗性も向上することとなる。

【0018】本発明の請求項10に係わるエンジン動弁系ローラカムフォロアでは、アウタローラの相手部材であるカムの表面粗さをRa0.1μm以下としているので、アウタローラとカムとの間において、低摩擦の状態を長期にわたって維持し得るものとなる。この場合、カムの表面粗さをRa0.1μmよりも大きくすると、スカッティングが発生して低摩擦の状態を長期にわたって維持することが困難になる。

【0019】本発明の請求項11に係わるエンジン動弁

6

系ローラカムフォロアでは、カムの幅方向両端側のエッジが、例えばR0.3mm以上R0.6mm以下の範囲となるように面取りしてあるので、カムのエッジによるスカッティングの発生や凹凸の摩減が防止され、低摩擦の状態を長期にわたって維持し得るものとなる。

【0020】本発明の請求項12に係わる摺動部材の製造方法では、摺動部材の表面に深さが1.5μm以下の凹部2を等間隔で形成したのち、凹凸の高低差が0.2μm以下になるまで凸部を除去加工することにより、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材となるように、凹凸の高低差、凹凸の1/2の高さを通る中心線上での凹部の長さLcと凸部の長さLmとの関係、凸部のピッチおよび凸部の頂部の表面粗さが所定の値に形成される。

【0021】本発明の請求項13に係わる摺動部材の製造方法では、摺動部材の表面を表面粗さがRz40nm以下となる状態に形成したのち、深さ0.2μm以下の凹部を等間隔で形成するので、先に摺動部材の表面を形成した段階で未形成の凸部の頂部の表面粗さがRz40nm以下に形成されたことになり、その後の凹部の形成により、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材となるように、凹凸の高低差、凹凸の1/2の高さを通る中心線上での凹部の長さLcと凸部の長さLmとの関係、および凸部のピッチが所定の値に形成される。

【0022】本発明の請求項14に係わる摺動部材の製造方法では、切削加工、研削加工、プラスチック加工、レーザ加工およびエッチング加工の少なくとも1つの加工により凹部を形成し、超仕上げ加工、ラッピング加工、切削加工、研削加工および電解研磨加工の少なくとも1つの加工により凸部を形成することにより、凹凸の高低差、凹凸の1/2の高さを通る中心線上での凹部の長さLcと凸部の長さLmとの関係、凸部のピッチおよび凸部の頂部の表面粗さが所定の値に形成され、凹凸の微細断面形状を高精度に形成し得ることとなる。

【0023】本発明の請求項15に係わる摺動部材の製造方法では、凹部と凸部に各々対応する切刃を有し且つ双方の切刃の段差が0.2μm以下である工具を用いて凹部と凸部を同時に形成するので、1つの工具を使用して高低差が0.2μm以下の凹部と凸部を短時間に形成し得ることとなる。

【0024】本発明の請求項16に係わる摺動部材の製造方法では、平均砥粒径が3μm以下の固定砥粒工具を用いて凸部を加工することにより、凸部の頂部の表面粗さがRz40nm以下に形成される。

【0025】本発明の請求項17に係わる摺動部材の製造方法では、平均砥粒径が30μm以下で且つ樹脂で結合した弾性砥石を用いて凸部を加工することにより、凸部の頂部の表面粗さがRz40nm以下に形成される。

【0026】本発明の請求項18に係わる摺動部材の製造方法では、摺動部材が、外周面を摺動面とする円柱体

(5)

7

であって、摺動部材を中心軸回りに回転させると共に、摺動部材と工具とを摺動部材の軸線方向に相対的に移動させて摺動部材の外周面に凹部を螺旋状に形成することにより、凹部および凸部が相手部材に対する摺動方向に沿って連続的に且つ短時間で形成される。

【0027】

【発明の効果】本発明の請求項1に係わる摺動部材によれば、表面の微細断面形状において、高低差Hが0.2 μm 以下であり且つ凹凸の高さの1/2を通る中心線上での凹部の長さLcが凸部の長さLmよりも大きい規則的な凹凸形状を形成したことにより、潤滑状態が厳しい摩擦条件下においても、表面に加工痕をランダムに有する摺動部材に比べて摩擦係数を充分に低減することができ、また、低摩擦の状態を継続的に得ることができるという著大なる効果がもたらされる。

【0028】本発明の請求項2に係わる摺動部材によれば、請求項1と同様の効果を得ることができるうえに、凹凸の配列方向の断面において、凹部の長さLcの凸部の長さLmに対する比Lc/Lmを1.1以上1.5以下としたことから、摩擦係数のさらなる低減を実現することができると共に、凸部の磨滅を防止して低摩擦の状態を継続的に得ることができる。

【0029】本発明の請求項3に係わる摺動部材によれば、請求項1および2と同様の効果を得ることができるうえに、凸部のピッチを10 μm 以上100 μm 以下としたことから、摩擦係数のさらなる低減を実現することができると共に、凸部の磨滅を防止して低摩擦の状態を継続的に得ることができる。

【0.03.0】本発明の請求項4に係わる摺動部材によれば、請求項1～3と同様の効果を得ることができるうえに、凸部の頂部の表面粗さをRa40nm以下としたことから、摩擦係数のさらなる低減を実現することができる。

【0031】本発明の請求項5に係わる摺動部材によれば、請求項1～4と同様の効果を得ることができるうえに、凹部および凸部を相手部材に対する摺動方向に沿って連続的に形成したことから、相手部材との接触状態をより均一で安定したものにすることができ、摩擦係数のさらなる低減および低摩擦状態の維持に貢献することができる。

【0032】本発明の請求項6に係わる摺動部材によれば、請求項1～5と同様の効果を得ることができるうえに、表面硬さをHv600以上したことから、耐摩耗性が高められることとなって、とくに低摩擦状態の維持に貢献することができる。

【0033】本発明の請求項7に係わる摺動部材によれば、請求項1～6と同様の効果を得ることができるうえに、浸炭鋼、軸受鋼、高速度鋼および窒化珪素から選択した材料から成る摺動部材としたことから、摩擦係数のさらなる低減や低摩擦状態の維持に貢献することができ

8

る。

【0034】本発明の請求項8に係わるニードルベアリングによれば、内外輪やニードルの転動面の摩擦係数を充分に低減させることができると共に、低摩擦の状態を継続的に得ることができ、また、耐摩耗性を向上させることも可能となって、ニードルベアリングの機能を大幅に高めることができる。

【0035】本発明の請求項9に係わるエンジン動弁系ローラカムフォロアによれば、ロッカーアームにおけるアウタローラの転動面の摩擦係数を充分に低減することができると共に、低摩擦の状態を継続的に得ることができ、また、耐摩耗性を向上させることも可能となって、アウタローラの機能を大幅に高めることができる。

【0036】本発明の請求項10に係わるエンジン動弁系ローラカムフォロアによれば、請求項9と同様の効果を得ることができうえに、アウタローラの相手部材であるカムの表面粗さをRa0.1 μm 以下としたことから、アウタローラとカムとの間において、低摩擦の状態を長期にわたって維持することができる。

【0037】本発明の請求項11に係わるエンジン動弁系ローラカムフォロアによれば、請求項9および10と同様の効果を得ることができうえに、カムの幅方向両端側のエッジを取りしたことから、カムのエッジによるスカッティングの発生や凹凸の磨滅をより確実に防止することができ、低摩擦状態の維持に貢献することができる。

【0038】本発明の請求項12に係わる摺動部材の製造方法によれば、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材を製造するに際し、表面の凹凸の微細断面形状を高精度に且つ簡単に形成することができる。

【0039】本発明の請求項1～3に係わる摺動部材の製造方法によれば、請求項1～7のいずれかに記載の摺動部材を製造するに際し、表面の凹凸の微細断面形状を高精度に且つ簡単に形成することができる。

【0040】本発明の請求項14に係わる摺動部材の製造方法によれば、請求項12および13と同様の効果を得ることができうえに、凹部の加工手段および凸部の加工手段を各々選択することにより、表面の凹凸の様々な設定に応じて高精度な微細断面形状を形成することができる。

【0041】本発明の請求項15に係わる摺動部材の製造方法によれば、凹部と凸部に各々対応する刃を有し且つ双方の刃の段差が0.2 μm 以下である工具を用いて凹部と凸部を同時に形成することから、1つの工具を使用して高低差が0.2 μm 以下の凹部と凸部を高精度に且つ短時間で効率良く形成することができる。

【0042】本発明の請求項16に係わる摺動部材の製造方法によれば、請求項12、13および15と同様の効果を得ることができうえに、平均砥粒径が3 μm 以下の固定砥粒工具を用いて凸部を加工することから、凸

(6)

9

部の頂部の表面粗さを $R_z 40\text{ nm}$ 以下とする高精度な加工を行うことができる。

【0043】本発明の請求項17に係わる摺動部材の製造方法によれば、請求項12、13および15と同様の効果を得ることができるうえに、平均砥粒径が $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下の弹性砥石を用いて凸部を加工することから、凸部の頂部の表面粗さを $R_z 40\text{ nm}$ 以下とする高精度な加工を行うことができる。

【0044】本発明の請求項18に係わる摺動部材の製造方法によれば、請求項12、13、15～17と同様の効果を得ることができるうえに、外周面を摺動面とする円柱体の摺動部材を製造するに際して、凹部および凸部を相手部材に対する摺動方向に沿って連続的に且つ短時間で効率良く形成することができる。

【0045】

【実施例】図4および図5は、本発明に係わる摺動部材およびその製造方法の一実施例を説明する図である。

【0046】図示の摺動部材1は、自動車のエンジン駆弁系用ローラカムフォロアを構成するローラロッカーアーム（図2および図3参照）であって、その外周面を摺動面とする円筒状を成しており、例えばSCM420浸炭鋼を浸炭熱処理したものである。

【0047】この実施例では、図4（a）に示すように、摺動部材1の表面に、深さDが $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下の凹部2を等間隔で形成することで、凹部2と凸部3を交互に形成する。すなわち、図4（b）に示すように、摺動部材1の一端部を主軸台21のチャック21Aで回転可能に保持すると共に、摺動部材1の他端部を心押し台22のセンタ22Aで回転自在に保持する。そして、摺動部材1を中心軸回りに回転させると共に、切削用あるいは研削用の工具23を中心軸方向に一定速度で送ることにより、摺動部材1の外周面に凹部2を螺旋状に形成し、これにより凹部2と凸部3を等間隔で交互に形成する。この際、工具23としては、鋭利な刃先先端（例えば $R 1\text{ mm}$ ）を有する多結晶CBN工具、ダイヤモンド工具あるいはTiN等の被覆を施したコーティング工具が用いられる。なお、図4（b）においては、凹部2および凸部3を大きく示しているが、実際には微細な凹凸形状である。

【0048】その後、摺動部材1には、図5（a）に示すように、凹凸の高低差Hが $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 以下となるまで凸部3の除去加工が行われる。すなわち、図5（b）に示すように、一対の送りローラ24、25の間に、粒径 $3\text{ }\mu\text{m}$ の酸化アルミニウム粒子を有するラッピングフィルム26を張り渡し、このラッピングフィルム26に摺動部材1の外周面を接触させると共に、バックシュー27によりラッピングフィルム26を摺動部材1に押し付ける状態にする。そして、図中の矢印で示す如く、送りローラ24、25でラッピングフィルム26を一方向に送ると共に、摺動部材1を中心軸回りに回転させること

10

10

により、摺動部材1の表面における凸部3を研削する。

【0049】このようにして得られた摺動部材1は、凹部2および凸部3が相手部材に対する摺動方向、つまり円周方向に沿って連続的に形成されていて、図1に示すように、表面に、高低差 $0.2\text{ }\mu\text{m}$ 以下の凹部2と凸部3が等間隔で交互に形成されると共に、凹凸の配列方向の断面において、凹凸の $1/2$ の高さを通る中心線C上での凹部2の長さ L_c が凸部3の長さ L_m よりも大きく形成されている。より詳しくは、凹部2の長さ L_c の凸部3の長さ L_m に対する比 L_c/L_m が 1.1 以上 1.5 以下となるように形成され、凸部3のピッチPが $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下となるように形成され、凸部3の頂部の表面粗さが $R_z 40\text{ nm}$ 以下となるように形成されており、且つ表面硬さが $H_v 600$ 以上を有するものとなっている。これにより、摺動部材1は、表面に加工痕をランダムに有する摺動部材に比べて、相手部材との接触状態が均一で安定したものとなり、摩擦係数を充分に低減し得ると共に、低摩擦の状態が継続的に得られることとなる。

【0050】図6および図7は、本発明に係わる摺動部材およびその製造方法の他の実施例を説明する図である。

【0051】この実施例では、図6に示すように、電解研磨加工により、摺動部材1の表面をその粗さが $R_z 40\text{ nm}$ 以下となるように形成する。すなわち、主軸台21のチャック21Aと心押し台22のセンタ22Aにより回転可能に保持した摺動部材1を陽極側とし、砥石28を備えた陰極側の電解液供給部29から摺動部材1の外周面に電解液3-0を供給して、摺動部材1の外周面を鏡面加工する。この場合、摺動部材1の表面粗さは原子力顕微鏡により測定される。このように、摺動部材1の外周面を形成することにより、この時点では未形成の凸部3の頂部が表面粗さ $R_z 40\text{ nm}$ 以下に形成されることになる。

【0052】その後、摺動部材1には、図7に示すように凹部2が形成される。すなわち、主軸台21のチャック21Aと心押し台22のセンタ22Aにより摺動部材1を回転軸回りに回転させながら、例えば刃先断面の両側に中心が異なる円弧形状を有する薄刃砥石31を用いて、凹部2と凸部3が所定の寸法関係となるように凹部2を等間隔に形成する。なお、図7においては、摺動部材1の周方向に連続する凹部2を中心軸方向に等間隔で形成する場合を示したが、凹部2を螺旋状に形成しても良い。このようにして、この実施例の場合も先の実施例と同様に、摩擦係数が小さく且つ低摩擦状態を維持することができる摺動部材1が得られることとなる。

【0053】図8および図9は、本発明に係わる摺動部材およびその製造方法のさらに他の実施例を説明する図である。

【0054】この実施例では、凹部2と凸部3に各々対

(7)

11

応する切刃 32A, 32B を有し且つ双方の切刃 32

A, 32B の段差 S が 0.2 μm 以下である工具 32 を用い、主軸台 21 のチャック 21A と心押し台 22 のセンタ 22A により摺動部材 1 を回転軸回りに回転させながら、摺動部材 1 の外周面に凹部 2 と凸部 3 を同時に螺旋状に形成する。すなわち、この実施例の場合には、先の実施例と同様に、摩擦係数が小さく且つ低摩擦状態を維持することができる摺動部材 1 が得られるうえに、所定の寸法関係を有する凹部 2 と凸部 3 を短時間で効率良く形成し得ることとなる。

【0055】図 10 および図 11 は、本発明に係わる摺動部材およびその製造方法のさらに他の実施例を説明する図である。

【0056】この実施例における摺動部材 1 は、ニードルベアリングを構成するものであって、図 10 に示すように、主軸台 21 のチャック 21A と心押し台 22 のセンタ 22A により摺動部材 1 を回転軸回りに回転させながら、切削用あるいは研削用の工具 33 を用いて摺動部材 1 の外周に凹部 2 を螺旋状に形成する。こののち、図 11 に示すように、同じく主軸台 21 のチャック 21A と心押し台 22 のセンタ 22A により摺動部材 1 を回転軸回りに回転させながら、平均砥粒径が 1.2 μm のフェノール系結合材を含む弹性砥石 34 で凸部 3 を超仕上げ加工する。この実施例にあっても先の各実施例と同様に、摩擦係数が小さく且つ低摩擦状態を維持することができる摺動部材 1 が得られることとなる。

【0057】なお、上記実施例以外に、凹部 2 は、ブリスト加工、レーザ加工およびエッティング加工によっても形成することができると共に、凸部 3 は、切削加工や研削加工によっても形成することができ、とくに、凸部 3 にあっては、平均砥粒径が 3 μm 以下の砥石もしくはラッピングフィルムなどの固定砥粒工具を用いて加工することが可能であると共に、平均砥粒径が 30 μm 以下で且つゴムで結合した弹性砥石あるいはエポキシや PVA 等の樹脂で結合した弹性砥石を用いて加工することも可*

*能である。

【0058】ここで、本発明に係わる摺動部材の効果を確認するために、摺動部材として、エンジン駆弁系用ローラカムフォロアに用いられているローラロッカーアームのアウタローラを作成し、エンジン・モータリング試験に供した。アウタローラの材料は、SCM420 漫炭鋼を漫炭熱処理したものである。

【0059】このとき、実施例 1～6 は、凹凸の高低差（凹部の深さ）が 0.2 μm 以下の範囲で異なるものとし、凹凸の中心線上での凹部の長さ Lc の凸部の長さ Lm に対する比 Lc / Lm が 1.1 以上 1.5 以下の範囲で異なるものとし、凹部の底面の R が 1～10 mm の範囲で異なるものとし、凸部のピッチが 10～100 μm の範囲で異なるものとし、凸部の頂部の表面粗さが Rz 40 nm 以下の範囲で異なるものとした。また、表面硬さは、実施例 4 のみを Hv 700 とし、それ以外を Hv 720 とした。凹凸の仕上げ方法は、いずれも切削による凹部の形成とラッピングによる凸部の除去加工の組合せとした。さらに、相手部材となるカムは、低合金のチルド鍛鉄材料から成るものであって、いずれも表面粗さを Ra 0.08 μm とし、実施例 2 および 3 以外には幅方向両側のエッジに面取りを施した。

【0060】実施例 1～6 に対して、比較例 1 は、バレル研磨（図 12 参照）により表面仕上げを施したもので、この比較例 1 を試験結果の基準とした。比較例 2～9 は、いずれも切削による凹部の形成とラッピングによる凸部の除去加工を組合せたものであり、凹凸の形状ならびに表面粗さおよび硬さを適宜異ならせたものとした。また、相手部材となるカムは、比較例 9 以外には幅方向両側のエッジに面取りを施した。

【0061】実施例 1～6 および比較例 1～9 の仕様を表 1 に示す。

【0062】

【表 1】

例	溝深さ, μm	凹凸比	凹部R, mm	凸部ピッチ, μm	ミクロ粗さ, nm	表面硬さHv	仕上げ方法	カム粗さRa, μm	エッジR, mm
比較例 1	0.04	0.9		12	30	725	バレル研磨	0.08	0.4
比較例 2	0.55	1.5	10	100	50	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
比較例 3	0.11	1	0.8	10	30	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
比較例 4	0.22	1.8	13	90	40	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
比較例 5	0.12	1.2	1.2	8	30	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
比較例 6	0.21	1.4	10	110	40	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
比較例 7	0.20	1.3	8	70	50	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
比較例 8	0.20	1.4	10	90	30	580	切削+ラッピング	0.08	0.4
比較例 9	0.20	1.3	5	50	40	720	切削+ラッピング	0.3	面取り無し
実施例 1	0.11	1.1	1.2	10	30	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
実施例 2	0.20	1.3	5	50	40	720	切削+ラッピング	0.08	面取り無し
実施例 3	0.15	1.1	2.4	20	30	720	切削+ラッピング	0.08	面取り無し
実施例 4	0.18	1.5	10	100	40	700	切削+ラッピング	0.08	0.3
実施例 5	0.20	1.3	5	50	40	720	切削+ラッピング	0.08	0.4
実施例 6	0.17	1.3	5	50	40	720	切削+ラッピング	0.08	0.6

【0063】そして、各々の仕様を備えたアウタローラを組込んだローラロッカーアームと相手部材であるカムとから成るローラカムフォロアをエンジンに装着し、以下の試験条件で各々のフリクション・トルクを計測し

た。

【0064】エンジン：排気量・2.0 リッター、DOHC 型ガソリンエンジン
駆動方式：外部モータ

(8)

13

エンジンオイル: 5W-30SG
 油温: 80°C
 エンジン回転数: 600 rpm
 ヘルツ接触面圧: 700 MPa
 試験時間: 60分

14

* 上記試験の結果を表2に示す。なお、フリクション・トルクの低減率は、比較例1のフリクション・トルクを基準とするものである。

【0065】

* 【表2】

例	フリクション低減率, %	ローラ摩耗面の状況	備考
比較例1	基準	ND	
比較例2	3	スカッティング形成	
比較例3	0	ND	
比較例4	0	多少スカッティング形成	試験30分までは15%低減
比較例5	5	ND	
比較例6	0	多少スカッティング形成	試験20分までは14%低減
比較例7	8	多少スカッティング形成	
比較例8	0	スカッティング形成	凹凸形状摩滅
比較例9	0	スカッティング形成	凹凸形状摩滅
実施例1	15	ND	
実施例2	18	ND	
実施例3	15	ND	
実施例4	28	ND	
実施例5	25	ND	
実施例6	24	ND	

ND: 目視でスカッティング認められず

【0066】比較例2では、凹凸の高低差が0.6 μmと大きいため、油切れによるスカッティングが試験初期から発生し、フリクション低減の効果認められなかつた。

【0067】比較例3では、凹部の長さLcの凸部の長さLmに対する比Lc/Lmが1と小さいために、フリクション低減の効果が認められなかつた。

【0068】比較例4では、凹部の長さLcの凸部の長さLmに対する比Lc/Lmが1.6と大きいために、試験開始から30分間まではフリクション低減の効果が見られたものの、60分経過した時点では凸部が摩滅してフリクション低減の効果が無くなつた。

【0069】比較例5では、凸部のピッチが9 μmと小さいために、スカッティングハ見られないものの、フリクション低減の効果が小さかつた。

【0070】比較例6では、凸部のピッチが110 μmと大きいために、比較例4と同様にフリクション低減の効果を持続することができなかつた。

【0071】比較例7では、凸部の頂部の表面粗さが大きいために、顕著なフリクション低減の効果が認められなかつた。

【0072】比較例8では、表面硬さがHv 600以下と低いために、スカッティングが発生して凹凸形状が摩滅した。

【0073】比較例9では、相手部材であるカムの表面粗さがRa 0.3と大きいうえに、カムのエッジがあるために、スカッティングが発生して凹凸形状が摩滅した。

【0074】上記の比較例1～9に対して、実施例1～6では、いずれも15%以上のフリクション低減率を確認することができ、その低摩擦の状態を継続的に得られることを確認した。

【0075】なお、上記の試験では、摺動部材としてローラロッカーアームのアウタローラを対象としたが、種

々の機械に使用されるニードルベアリング等においても上記試験結果と同様の効果が認められた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる摺動部材の微細断面形状を拡大した断面図である。

【図2】摺動部材の一例であるローラロッカーアームのアウタローラを説明する側面図である。

【図3】図2に示すアウタローラを説明する斜視図である。

【図4】本発明に係わる摺動部材およびその製造方法の一実施例において、摺動部材に凹部を形成した状態を説明する断面図(a)、および凹部を形成する装置を説明する側面図(b)である。

【図5】図4に続いて凸部を除去加工した状態を説明する断面図(a)、および凸部を除去加工する装置を説明する側面図(b)である。

【図6】本発明に係わる摺動部材およびその製造方法の他の実施例において、摺動部材に電解研磨加工を行う状態を説明する側面図である。

【図7】図6に続いて摺動部材に凹部を形成した状態を説明する側面図である。

【図8】本発明に係わる摺動部材およびその製造方法のさらに他の実施例において、摺動部材に凹部と凸部を同時に形成する装置を説明する側面図である。

【図9】図8中の工具の刃先部分を拡大した側面図である。

【図10】本発明に係わる摺動部材およびその製造方法のさらに他の実施例において、摺動部材に凹部を形成する装置を説明する側面図である。

【図11】図10に続いて凸部を除去加工する装置を説明する側面図である。

【図12】従来におけるバレル研磨を説明する図である。

【図13】バレル研磨で表面仕上げをした摺動部材の粗

さ断面曲線を示す図である。

【符号の説明】

1 摺動部材 (アウタローラ)

(9)

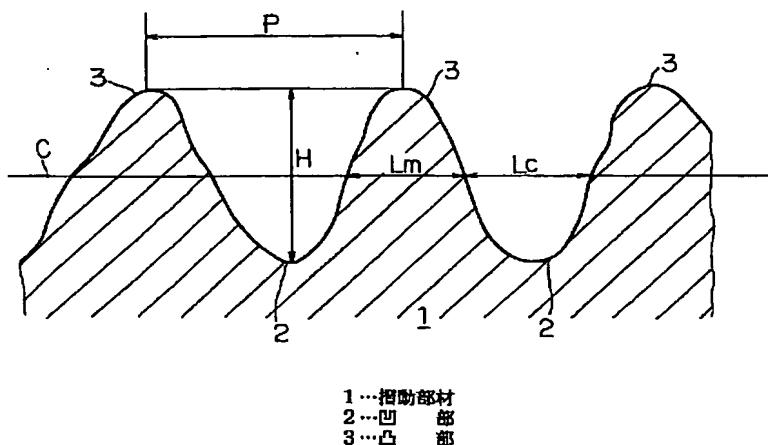
15

15

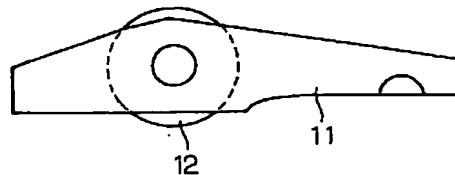
16

2 凹部
3 凸部

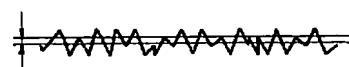
【図1】



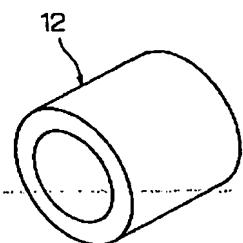
【図2】



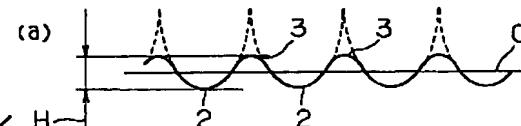
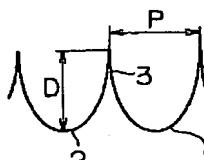
【図13】



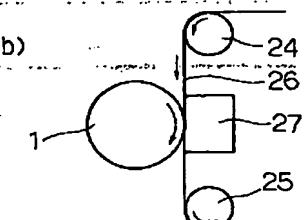
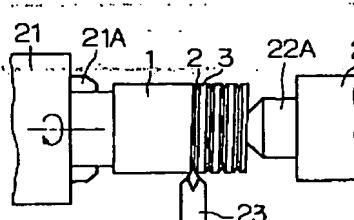
【図3】



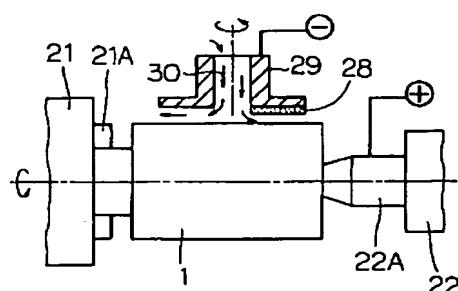
(a)



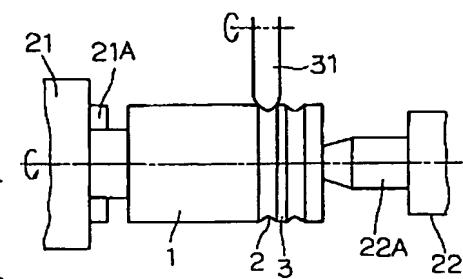
(b)



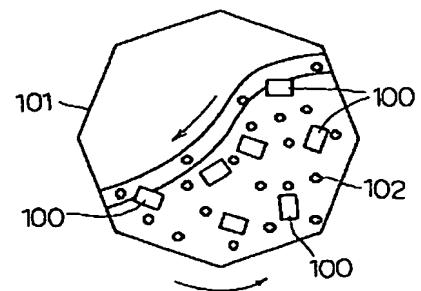
【図6】



【図7】

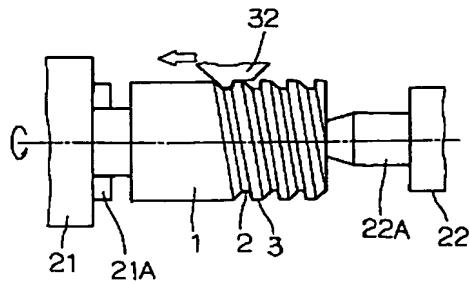


【図12】

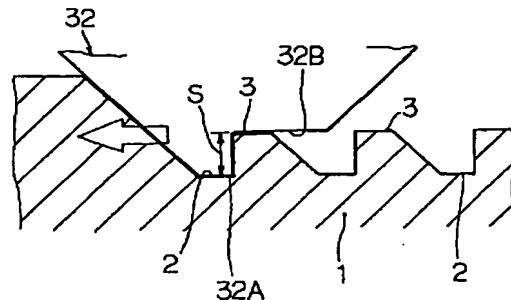


(10)

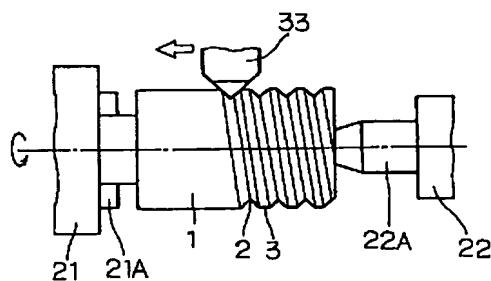
【図8】



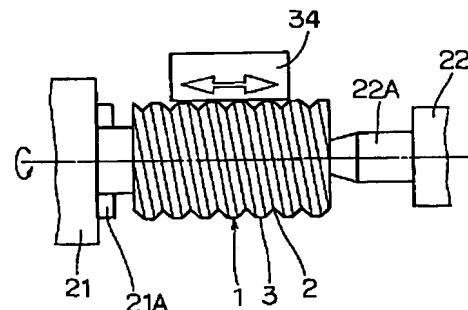
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

F 16 C 33/58
33/64

F 16 H 53/06

識別記号

F.I. テーマコード* (参考)

F 16 C 33/58
33/64

F 16 H 53/06

(72) 発明者 南 部 俊 和

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

F ターム(参考) 3C045 AA10

3C058 AA05 AA09 AA12 AB01 CA01
CB01

(72) 発明者 小 又 正 博

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内3C063 AA02 BB07 BC03 BC04 EE01
FF30

(72) 発明者 太 田 稔

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内3J030 EA22 EB02 EB09 EC04 EC07
3J101 AA14 AA24 AA52 AA62 BA02
BA10 BA52 BA70 DA11 DA12
EA02 EA44 FA60